線蟲與作物根系保全

蔡 東 纂[1]

摘 要 植物病原線蟲對寄主根部的寄生方式雖分爲內寄生、外寄生及半內寄生等三種，但最終的結果都導致根系遭破壞；寄主植物吸收水份、養份及微量元素的能力大爲降低；地上部出現微量元素缺乏症狀、生育不良，甚或死亡。有的更直接造成作物塊莖或塊根等產物受侵害，喪失商品價值。爲了防止農產品因爲植物寄生性線蟲的爲害所造成的損失，在耕作上必須有線蟲管理(nematode management)策略。所謂「線蟲管理」，吾人定義之爲維持植物病原線蟲族羣在不引起作物經濟損失範圍內之方法。降低線蟲密度、減少線蟲的爲害、達到根系保全的目的，是提高農作物產量及品質的必備條件，其方法可歸納爲化學方法及非化學方法兩種[7,12]，茲分述如下：

一、化學藥劑管理法（Chemical management）[9]：

殺線蟲劑種類甚多，劑型各異；但大致上可分爲二大類：

A.燻蒸性殺線蟲劑[13]（fumigant nematicides）：

此劑施用在土壤中後，即行氣體擴散，發揮燻蒸效果。此類藥劑一般除殺土壤線蟲外，尚可滅除土壤昆蟲、雜草種子、土壤微生物（如眞菌、細菌、原生動物及藻類等）。但因其氣體對作物同樣有接觸毒殺作用，故僅適宜植前做土壤消毒。土壤燻蒸劑使用時，土壤溫度宜在10°C 以上，水份適宜爲佳。使用此類藥劑最大的優點在於農作物無農藥殘毒之虞。整地的型式、施用的深度、土壤密閉程度、土壤濕度、溫度和土壤型態往往左右土壤燻蒸效果。燻蒸效果之優劣取決於燻蒸氣體在土壤空隙中移行的條件有利與否。實驗證明灌注燻蒸藥劑於50公分的土層中可有效防治線蟲並增加作物產量。施用燻蒸劑後，若能將土壤表面密封，效果將會更好；如用塑膠布覆蓋（plastic mulch）、

1. 國立中興大學植物病理系

壓土輪（press wheel）、壓土器（roller）、圓盤培土器（disk hiller），或者澆水亦可。常見的土壤燻蒸劑有溴化甲烷（Bromomethane）、好達勝（Dhostoxin）、氯化苦（Chloropicrin）、滴滴（D-D）、滴滴滅（Vorlex）、邁隆（Dazomet）等。

B.非燻蒸性殺線蟲劑（Nonfumigent nematicides）[15]：

此類藥劑較燻蒸性殺線蟲劑有較多的優點，主要是對作物毒性較低、施用較方便，無須特殊裝備，且用量較低。其殺滅線蟲之作用方式爲觸殺性（contact action）的有普伏松（Ethoprop）、滅線蟲（Nemamort）及斯美地（Vapam）等。作用方式爲秉具系統性（systemic action）者如加保扶（Carbofuran）、歐殺滅（Oxymyl）、丁基加保扶（Dibutylaminosulfenyl Carbofuran）、繁福松（Terracur-p）、福瑞松（Thimet）、得滅克（Temik）、芬滅松（Nemacur）、托福松（Counter）及二硫松（Disyston）等。系統性藥劑之使用，須按農林廳所推薦用藥量及施用後安全採收期，以免有殘毒副作用。大部份的非燻蒸性殺線蟲劑是水溶性的，依靠水膜移行滲透。一般以粒劑或液劑型態施用。通常施用法有灑佈、行間條施、股畦處理爲多。國外以地面滴注系統施用於葡萄園中，明顯的降低線蟲族羣、作物產量大增，且減少一般葡萄園用藥量達50％[9]。在精緻農業作爲下的園藝設施，走向農藥及肥料的有效經濟使用趨勢，則中央滴注灌漑系統的發展是必要的。

二、非化學管理法（Nonchemical management）：

由於吾人對線蟲種類、寄主植物、棲息環境及其生活史的認知，在田地使用時加以整合，達到降低病原線蟲族羣的目的措施，謂之非化學管理法，或栽作措施[8]（cultural practices）。

一般常被應用的栽作措施如：

A.栽作系統（cropping system）[10]：

常用的方法如輪作（crop rotation）。以該田地主要病原線蟲之非寄主作物爲輪替對象，使線蟲在無營養來源下死亡。但如根瘤線蟲寄主廣泛，則實施起來有所困難。

B.休閒耕地（fallowing）[10]：

不種作物使病原線蟲飢餓死亡之法。休耕期中若能翻耕數次，效果更佳。

C.淹水（flooding）[12]：

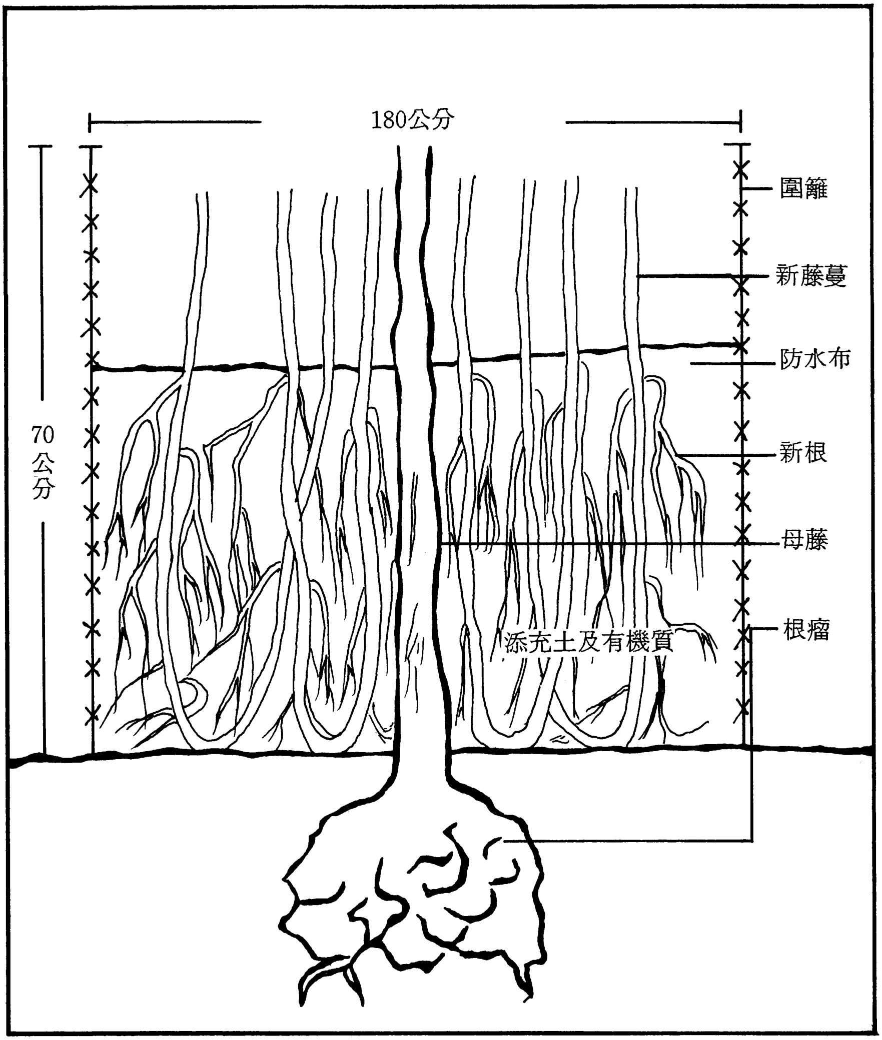
本省田地以水稻爲輪作對象時，有降低線蟲密度的效果，淹水是主要原因。

D.加熱 (heat)[7,8,11,14]：

幾乎所有植物寄生性線蟲在44°C 至48°C 之間會死亡；如以土壤加溫和溫湯浸種法處理，可有效降低線蟲密度。以本省而言，較有可能應用者爲太陽能加熱（solar heating）法。即以聚乙烯布覆蓋土壤表面來加熱土壤。聚乙烯布以透明者爲佳，土壤宜保持濕度、曝曬4至8週即可達效果。若能以二層透明塑膠布作覆蓋的話，則能有帳篷效果（tent effect），可於短期間內達較高之土壤溫度。

E.覆土 (subsoiling) [15] :

培土或添加處女無病土的方法可用來作眞菌或線蟲病害之控制。就線蟲密度而言，覆土無助於使之下降，却可延長植株生育期或降低受害程度。在本省的作物上，以苦瓜及胡椒科作物在實行上效果最佳。(如圖一)



圖一、苦瓜培土設施解剖圖

F.砧木 (rootstock) :

利用抗線蟲砧木防治線蟲，是很根本的方法。爲了防治本省葡萄根瘤線蟲病，已選出10種抗線蟲葡萄砧木，其中以 Harmony 及 SO4 兩者性狀甚佳，值得推廣使用。(如表一)。

表一、葡萄品系及砧木對南方根瘤線蟲的感受性

Table 1. Response of grape varieties and rootstocks to Meloidogyne incognita

Variety/ rootstock	Plant damage (gall index)*	Host efficiency (R factor)**	Degree of resistance designation
Perle de Casaba	4.0	3.25	Susceptible
Golden Muscat	4.0	4.81	Susceptible
Couderc 1202	4.0	3.84	Susceptible
Black Queen	4.0	3.45	Susceptible
Black Prince	4.0	1.97	Susceptible
Grey Riesling	4.0	1.56	Susceptible
Zinfandel	4.0	4.54	Susceptible
Italia IP65	4.0	1.78	Susceptible
Roer D'itohl	4.0	4.57	Susceptible
Dutchess	4.0	3.90	Susceptible
Traminer	4.0	3.35	Susceptible
Siebel 10878	4.0	4.04	Susceptible
Kyoho	4.0	4.32	Susceptible
Marêchal Foch	3.5	1.67	Susceptible
Schwarzer Riesling	4.0	2.01	Susceptible
Niagara	4.0	4.43	Susceptible
Pinot Noir	4.0	4.09	Susceptible
Takao	4.0	4.60	Susceptible
Foster	2.5	0.71	Hypersusceptible
Champion	3.0	0.45	Hypersusceptible
Kerner	3.6	0.80	Hypersusceptible
Salamander	4.0	0.70	Hypersusceptible
Campbell Early	4.0	0.69	Hypersusceptible
Barbera	3.4	0.81	Hypersusceptivle
Couderc 3306	1.2	1.27	Tolerant
Salvador	1.3	1.15	Tolerant
Aurore	1.2	1.30	Tolerant
Arthens	1.4	1.40	Tolerant

Variety/ rootstock	Plant damage (gall index)*	Host efficiency (R factor)**	Degree of resistance designation
Fredonia	1.4	1.20	Tolerant
Golden Cornith	1.9	1.68	Tolerant
Colobel	1.8	1.40	Tolerant
Rosette	1.5	1.10	Tolerant
420A	0.0	0.00	Resistant
Harmony	0.0	0.00	Resistant
SO4	0.0	0.00	Resistant
5BB Selection Kober	0.0	0.00	Resistant
Hybride Franc	1.2	0.30	Resistant
Missouri Riesling	1.4	0.78	Resistant
Rupestris St. George	1.4	0.64	Resistant
Muscat Bailey A	0.0	0.00	Resistant
5C Teleki	0.0	0.00	Resistant
8B Teleki	0.0	0.00	Resistant

* Gall index scale: 0=0 gall; 1=1−40 galls; 2=41−70 galls; 3=71−100 galls; 4=100+galls.

** The reproduction (R) factor as a measure of the reproductive capabilities of nematodes: R=Pf/Pi. The variable Pf represents the final population of nematode juveniles and/or eggs recovered from the soil and roots of infested plants; Pi the initial population of eggs and/or juveniles with which the plants were inoculated. (Ostenbrink, 1966).

G.有機質添加（organic amendment application）[10]：

近年來，不少線蟲學家以就地取材的方式，以農工產品廢料、工業廢棄物及動植物殘體等資材混合處理成有機添加物。雖則此些有機添加物種類繁多，經試驗結果證實對於防治線蟲有不同程度的效果。綜括其對線蟲產生的干擾作用有下列五點：

(1)有機質在土壤中分解後所產生的物質對線蟲有直接的致毒性。

(2)有機質在土壤中誘發多種線蟲的天敵。

(3)有機質施用後，其中有些對線蟲有忌避作用的物質附著在根部上，有保護根系免受線蟲侵害之功用。

(4)有機質在土壤中分解時產生毒性氣體，有毒殺線蟲之作用。

(5)有機質在土壤中分解時局部發熱，有助於阻絕或影響線蟲的活動路線。

由於以有機質添加物防治線蟲，不但無農藥殘毒之虞，且有助於樹勢之恢復，筆者等也以柑桔及葡萄爲對象，自行研製有機添加物（如表三），探討其對內寄生、外寄生及半內寄生性線蟲族羣消長情形。其結果如表二及圖二所示。

表二、有機添加物之施用對柑桔園植物寄生性線蟲密度之影響

Table 2. Effects of organic amendments treatment on the populations of plant-parasitic nematodes of orchard

Treatment	No. of nematode (in 100's)/100g of soil and 3g of fresh roots											
	Tylenchulus semipenetrans (adult female/larvae)				Pratylenchus spp. (in root/in soil)				Helicotylenchus spp. (in soil)			
	Months post-treatment											
	0	3	6	12	0	3	6	12	0	3	6	12
Nematicide	230/ 1205	12/41	18/53	96/225	46/198	2/11	10/30	9/17	13/0	0	0	4
Organic amendment	227/ 1100	240/ 2109	171/ 1960	120/ 540	54/ 179	171/ 380	174/ 313	61/ 149	15	20	18	19
Nematicide + organic amentment	264/ 1400	20/58	31/66	61/120	40/ 202	3/10	9/16	5/8	10	2	0	3
Control	256/ 1202	690/ 3410	420/ 2964	195/ 1060	48/ 184	246/ 420	160/ 300	50/ 125	12	44	29	17

表三、本試驗所施用有機添加物之成份

Table 3. Components of the organic amendments used in this test

Component		Percentage %
Seed pomace	菜子粕	10
Bone powder	骨粉	5
Pig dung	豬糞	10

Component		Percentage %
Mushroom wastes	菇類廢料	25
Rice bran	稻糠	25
Sawdust	鋸木屑	20
Shrimp, shell	蝦殼	3
Molasses	糖蜜	2

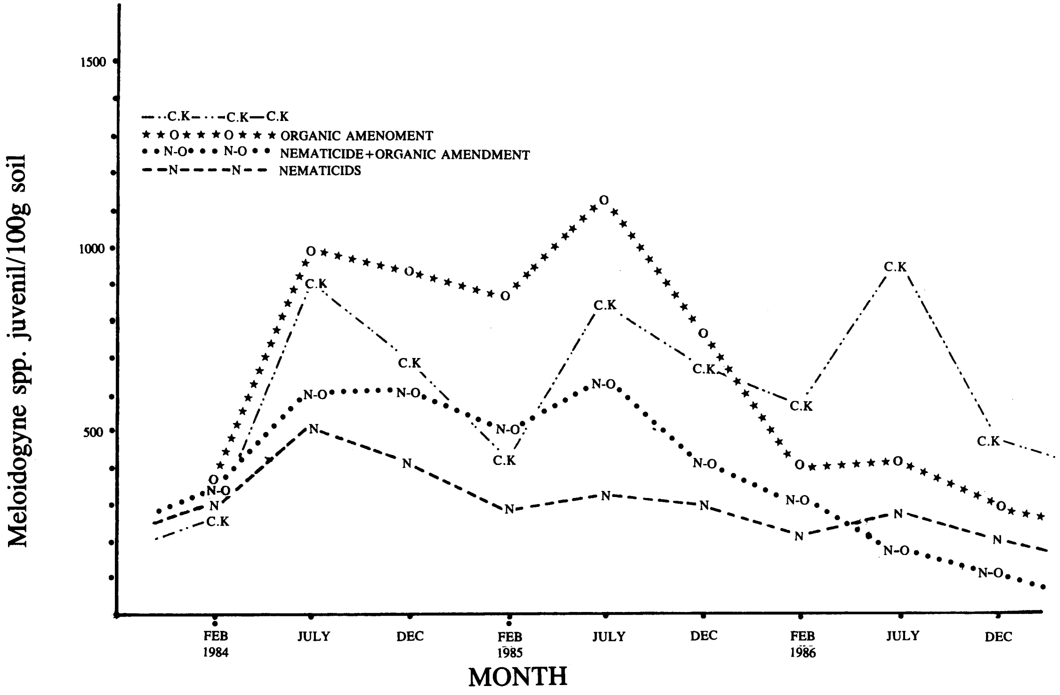


圖2. 殺線蟲劑及有機添加物對葡萄根瘤線蟲的影響

Fig 2. Influence of nematicide and organic amendments on root-knot nematode populations

H.田間衛生 (Field sanitory)

根據調查，本省農地有60種左右的雜草是根瘤線蟲的寄主 (如表四) (3) 。經試驗結果得知雜草寄主的存在有助於根瘤線蟲的殘存及孳息 (如圖三) (3) 。

表四、本省根瘤線蟲之雜草寄主

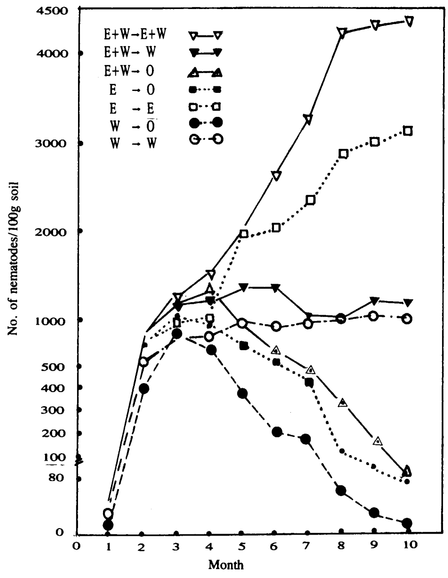
Table 4. *Meloidogyne* spp. and their weed hosts in Taiwan

Weeds	Weeds in Chinese	Root-knot index	Meloidogyne spp.
Solanaceas	茄科		
Solanum nigrum L.	龍葵	4.0	M. incognita
S. verbascifolium L.	山煙草	4.0	M. incognita
Physalis angulata L.	燈籠酸醬	4.0	M. japanica
Passifloraceae	西番蓮科		
Passiflora caerulea L.	時計草	4.0	M. incognita
Polygonaceae	蓼科		
Polygonum japonicum Meissn.	蠶繭草	4.0	M. incognita
P. lapathifolium L.	旱苗蓼	3.4	M. incognita
Rumex crispus L. var. japonicus Meisn.	羊蹄	1.2	M. incognita
Chenopodiaceae	藜科		
Chenopodium ficifolium Smith	小葉灰藋	1.6 4.0	M. incognita M. javanica
Amaranthaceae	莧科		
Alternanthera philoxeroides (Mart.) Griseb.	長梗滿天星	3.0	M. incognita
Alternanthera sessilis (L.) DC.	滿天星	3.2	M. incognita
Amaranthus lividus L.	鳥莧	4.0	M. incognita M. javanica
A. spinosus L.	刺莧	4.0	M. incognita M. javanica
Portulacaceae	馬齒莧科		
Portulaca oleracea L.	馬齒莧	4.0	M. incognita
Caryophyllaceae	石竹科		
Drymaria cordata (L.) Willd.	菁芳草	4.0	M. incognita

Weeds	Weeds in Chinese	Root-knot index	Meloidogyne spp.
Stellaria aquatica (L.) Scop.	鵝兒腸	1.1	M. incognita
Crassulaceae	景天科		
Sedum formosanum N.E. Br.	台灣佛甲草	3.2	M. incognita
Cruciferae	十字花科		
Capsella bursa-pastoris (L.) Medic.	薺菜	1.0	M. incognita
Cardamine parviflora L.	小葉碎米薺	0.8	M. incognita
Lepidium virginicum L.	獨行菜	0.7	M. incognita
Rorippa indica (L.) Hiern	山芥菜	0.9	M. incognita
Leguminosae	豆科		
Minosa pudica L.	含羞草	1.2	M. incognita
	酢醬草科		
Oxalis corniculata L.	黃花酢醬草	4.0	M. incognita M. javanica M. avenaria
Oxalis martiana Zucc.	紫花酢醬草	4.0	M. incognita M. javanica
Euphorbiaceae	大戟科		
Euphorbia hirta L.	飛揚草	1.4	M. incognita
E. thymifolia L.	紅乳草	1.8	M. incognita
Oenotheraceae	柳葉菜科		
Ludwigia prostrata Roxb.	喇叭草	2.0	M. incognita
Scrophulariaceae	玄參科		
Lindernia cordifolia Merr.	心葉母草	4.0	M. incognita
L. crustacea (L.) F. Muell	藍豬耳	4.0	M. incognita M. javanica M. arenaria
Mazus japonicus (Thunb.) Kuntnz.	通泉草	4.0	M. incognita M. hapla
Plantaginaceae	車前科		

Weeds	Weeds in Chinese	Root-knot index	Meloidogyne spp.
Plantago major L. var. kimurae Yamamoto	車前草	4.0	M. incognita
Campanulaceae	桔梗科		
Lobelia radicans Thunb.	半邊蓮	2.2	M. incognita
Compositae	菊科		
Ageratum conyzoides L.	白花霍香薊	4.0	M. incognita M. javanica
A. houstonianum Miller	紫花霍香薊	2.0	M. incognita
Bidens bipinnata L.	鬼針草	1.6	M. incognita
B. pilosa L. var minor (B1.) Sherff.	咸豐草	1.2	M. incognita
Eclipta prostrata L.	鱧腸	4.0	M. incognita
Erechtites valerianaefolia (Walf.) DC.	昭和草	4.0	M. incognita
Ixeris chinensis Nakai	兔仔菜	2.1	M. incognita
Siegesbeckia orientalis L.	豨薟	2.1	M. incognita
Soliva anthemifolia R. Br.	假吐金菊	2.6	M. incognita
Tridax procumbens L.	長柄菊	2.3	M. incognita
Wedelia chinensis (Osbeck.) Merr.	黃花田蘿草	4.0	M. incognita M. javanica
Youngia japonica (L.) DC.	山菠薐	1.8	M. incognita
Alismataceae	澤瀉科		
Sagittaria pygmea Miq.	瓜皮草	1.9	M. incognita
Cyperaceae	莎草科		
Cyperus compressus L.	扁穗莎草	1.1	M. incognita
C. difformis L.	球花蒿草	1.2	M. incognita
C. haspan L.	畦畔莎草	2.0	M. incognita
C. iria L.	碎米莎草	1.7	M. incognita
C. rotundus L.	香附子	3.4	M. incognita
Fimbristylis miliaceae	木虱草	3.6	M. incognita

Weeds	Weeds in Chinese	Root-knot index	Meloidogyne spp.
(L.) Vahl.			
Pycreus globosus (All.) Reichb.	球穗扁莎	1.7	M. incognita
P. polystachyos P. Beauv.	多枝扁莎	1.2	M. incognita
Scirpus juncoides Roxb	螢藺	1.9	M. incognita
Gramineae			
Brachiaria subquadripara (Trin.) Hitch	四生臂形草	2.0	M. incognita
Digitaria adscendens Henr.	升馬唐	1.0	M. incognita
D. henryi Rendle.	亨利馬唐	1.0	M. incognita
Echinochloa crus-galli Beauv. var. formosensis Ohwi.	台灣野稗	1.9	M. incognita
Eleusine indica (L.) Gaertn.	牛筋草	1.4	M. incognita
Paspalum conjugatum Berg.	毛穎雀稗	2.2	M. jncognita
Setaria geniculata (Lamk.) P. Beauv.	莠狗尾草	1.9	M. incognita

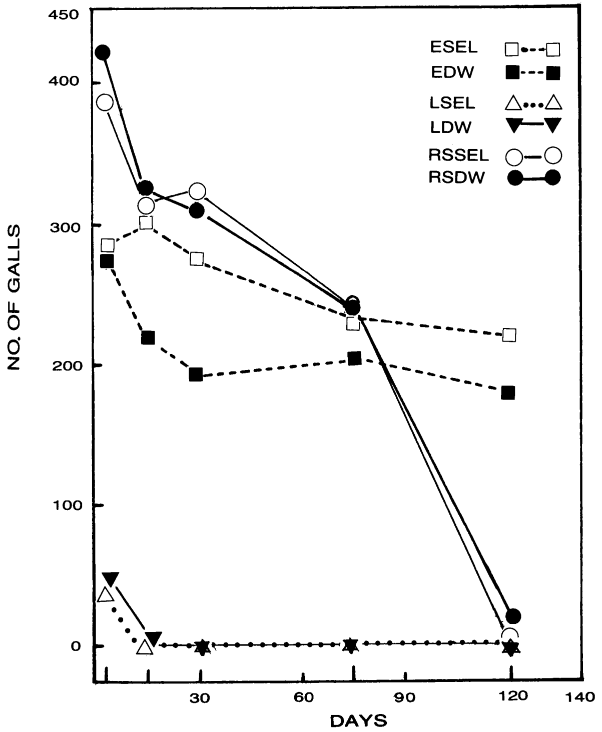


圖三、根瘤線蟲在茄子及雜草上的族羣消長

Fig.3. *Meloidogyne* spp. Populations on egg-plants(E) associated with weed(W) hosts.

I.阻絕傳播途徑（Isolation）

線蟲的傳播除了直接經由植物繁殖體，如塊莖、鱗莖、球莖及切根等之幼苗外，耕耘器具、人獸的足跡，甚或灌溉水皆可携帶線蟲，流移他處。根據研究，顯示葡萄根瘤線蟲之卵塊、幼蟲及斷根在水中四個月後，仍具有感染蕃茄的能力（如圖四）[6]。



圖四　葡萄根瘤線蟲、卵塊、幼蟲、及葡萄斷根於水中感染力之維持時間在蕃茄根系上之表現

Fig.4. Root-knot nematode gall counts on tomato plants from eggmass, larvae and root sections of grapevines treated for varying periods.

ESEL, eggmass in soil extract liquid; EDW, eggmass in distilled water; LSEI, larvae in soil extract liquid; LDW, larvae in distilled water; RSSEL, root section in soil extract liquid; RSDW, root section in distilled water.

本省近年來有不少農產品專業區設立，也引進不少新興作物，在精緻農業的作爲下，園藝生產事業將更發達，然而也造就了病蟲害發生的新環境。就植物病原線蟲中最顯而易見的根瘤線蟲而言，筆者等多年來調查了本省常見經濟作物及花卉等就有很多是嚴重罹病者，如菤花（表五）[2]、香蕉（表六）[5]、葡萄（表七）[4]、瓜類、草花、馬鈴薯、薑等（表八），甚有必要及時多方面適地防治。此外就本省目前發生頻繁的連作障礙問題而言，依日本人西尾道德的調查，連作障礙的個案中，有15.9%證實是由

線蟲引起[1]。因爲線蟲的寄主廣泛，加以本省水稻轉作，線蟲病害的發生更趨嚴重，有賴於諸同仁在防治上做更進一步的研究。

表五、名間、雙冬及永靖地區不同株齡的荖花園中根瘤線蟲之密度及罹病指數

Table 5. *Meloidogyne* population and disease index in *Piper longum* fields of different crop years at Ming Chien, Shuang Tung and Yung Ching

	Ming Chien			Shuang Tung			Yung Ching		
	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
Juveniles pet 100g of soil	1243	2411	1047	1689	2550	1209	984	2610	1112
Females per 3g of roots	6.7	17.1	24.6	18.8	30.6	23.8	17.6	23.5	22.0
Root-knot index	1.9	2.7	3.4	2.6	3.5	3.1	2.9	3.7	3.6
Disease index	47.5	67.5	85.0	65.0	87.5	77.5	72.5	92.5	90.0

表六、草湖、集集與田中香蕉園中根瘤線蟲蟲口密度及罹病指數

Table 6. *Meloidogyne* population and disease index in banana fields at Tsao Hu, Chi Chi and Tien Chung.

	Tsau Hu	Chi Chi	Tien Chung
Juveniles per 100g of soil	3041	1923	1650
Females per 3g of roots	40	16	8
Root-knot index	3.6	2.2	1.8
Disease index	87	73	58

表七、苗栗、臺中、南投及彰化四縣市葡萄園中植物寄生性線蟲分佈顯著值

Table 7. Prominence values for plant-parasitic nematodes distributed in vineyards at Miao Li, Tai Chung, Nan Tou and Chang Hwa counties.

Genera of nematodes	Miao Li			Tai Chung			Nan Tou			Chang Hwa		
	RF*	RD**	PV**	RF	RD	PV	RF	RD	PV	RF	RD	PV
Aphelenchoides	0	0	0	3.47	2	80	3.07	3	78	2.12	4	65
Ditylenchus	0.51	1	12	0	0	0	1.53	1	28	3.90	3	452

(接上頁)

Genera of nematodes	Miao Li			Tai Chung			Nan Tou			Chang Hwa		
	RF*	RD**	PV**	RF	RD	PV	RF	RD	PV	RF	RD	PV
Helicotylenchus	2.52	5	44	12.15	9	501	9.22	6	403	9.57	8	627
Hemicriconemoides	20.82	13	1153	10.00	21	378	13.84	18	747	14.89	12	1233
Meloidogyne	25.70	49	2041	38.81	45	2860	40.00	56	3650	29.43	47	3412
Pratylenchus	15.16	9	914	7.14	7	225	9.22	5	4.03	12.76	7	862
Rotylenchus	17.22	3	1113	5.71	7	163	6.15	2	218	0	0	0
Trophurus	4.88	2	148	0	0	0	1.53	1	27	0.70	1	12
Tylenchohynchus	1.79	6	22	8.58	4	298	12.30	3	615	1.77	6	50
Tylenchulus	10.02	10	478	14.29	5	644	0	0	0	22.69	10	2307
Xiphinema	1.79	2	44	0	0	0	3.07	2	79	2.12	2	65

* RF: Relative frequency.
** RD: Relative density.
*** PV: Prominence value.

表八、根瘤線蟲在本省的蔬菜寄主

Table 8. *Meloidogyne* species found parasitizing various vegetable hosts in Taiwan

Host plant	Common name	Meloidogyne species
Papilionaceae		
Vicia faba L.	Broad bean	M. javanica
		M. incognita
Arachis hypogaea L.	Peanut	M. arenaria
Phaseolus vulgaris L.	French bean	M. incognita
Pisum sativum L.	Garden bean	M. incognita
Glycine max Merr.	Soybean	M. incognita
Phaseolus aureus Roxb	Mung bean	M. incognita
		M. javanica
Cucurbitaceae		
Cucumis sativus L.	Cucumber	M. javanica

Host plant	Common name	Meloidogyne species
		M. incognita
Cucumis melo L. var. conomon Makino	Oriental Pickling melon	M. incognita
Citrulllus vulgaris Schrad	Watermelon	M. javanica M. incognita
Cucurbita moschata Duchn	Pumpkin	M. incognita M. javanica
Cucumis melo L.	Muskmelon	M. incognita M. javanica
Lagenarial leucantha var. calavata Ser.	Calabash gourd	M. javanica M. incognita
Monordia charantia L.	Bitter gourd	M. incognita
Luffa cylindrica Roem	Luffa	M. incognita M. javanica
Cruciferae		
Raphanus sativus Linn	Radish	M. incognita
Brassica oleracea L. var. caulorapa DC.	Kohlrabi	M. incognita
Brassica oleracea L. var capitata L.	Cabbage	M. incognita M. javanica M. hapla
Solanaceae		
Lycoperiscum esculentum Mill	Tomato	M. incognita M. javanica M. arenaria
Capsicum annuum L.	Red pepper	M. incognita
Capsicum frutescens L. var. grossum Bailey	Sweet pepper	M. incognita
Lycium chinense Mill	Chinese matrimony vine	M. incognita
Convolvulaceae		

Host plant	Common name	Meloidogyne species
Ipomoea aquatica Forsk	Water convolvulus	M. incognita
		M. javanica
Ipomoea batatas Lam	Sweet potato	M. incognita
Zingiberaceae		
Zingiber officinalis Roscoe	Common ginger	M. incognita
Araceae		
Colocasia esculenta Schott	Taro	M. incognita
Amaryllidaceae		
Allium fistulosum L.	Onion	M. incognita
Dioscoreaceae		
Dioscorea batatas Decne	Chinese yam	M. incognita
Gramineae		
Zea mays L.	Maize	M. incognita
Cruciferae		
Brassica chinensis Linn	Pai-tsai	M. incognita
Brassica juncea Cosson	Mustard	M. incognita
Brassica alboglabra Bail	Chinese kale	M. incognita
Brassica oleracea L. var. botrytis L.	Cauliflower	M. incognita
Chenopodiaceae		
Spinacia oleracea L.	Spinach	M. javanica
		M. incognita
Amarantaceae		
Amarantus mangostanus L.	Edible amaranth	M. incognita
Umbelliferae		
Caucus carota L. var. sativa DC.	Carrot	M. incognita
Apium graveolens L.	Celery	M. incognita
		M. avenaria

Host plant	Common name	Meloidogyne species
		M. javanica
Coriandrum sativum L.	Coriander	M. javanica
Compositae		
Tragopogon porrifolius L.	Vegetable-oyster	M. incognita
Lactuca sativa L.	Lettuce	M. incognita
Chrysanthemum coronarium var. spatiosum Baileyy	Garland chrysanthemum	M. incognita
Solanaceae		
Solanum tuberosum L.	Potato	M. incognita M. hapla
Solanum melongena L.	Eggplant	M. incognita
Piperaceae		
Piper sandersii C. DC. var. argyreia Hook f.		M. incognita
Chenopodiaceae		
Celosia argentea L. var. cristata Kuntze		M.incognita
Portulacaceae		
Portulaca grandiflora Hook		M. incognita
Cruciferae		
Lobularia maritima Desv.		M. incognita
Malthiola incana R. Br.		M. incognita
Loasaceae		
Begonia grandis Dry.		M. incognita
Solanaceae		
Capsicum frutescens	Red cluster Pepper	M. incognita
Scrophulariaceae		
Antirrhinum majus L.	Large snap dragon	M. incognita
Araceae		

Host plant	Common name	Meloidogyne species
Dieffenbachia picta Schott.		M. incognita
Iridaceae		
Cladiolus gandavensis Van Houtte		M. incognita
Musaceae		
Musa cocinea Andr.		M. incognita
Fragaria chiloensis var. ananassa Duch	Strawberry	Meloidogyne hapla M. incognita M. javania Aphelenchoides besseyi A. fragariae
Oryza sativa L.	Rice	Aphelenchoides besseyi
Piper longum L.		M. incognita
Piper betle L.		M. incognita
Citrus spp.		Tylenchulus semipenetranss
Agave terminalis Kunth		Xiphinema spp.
Crossostephium chinese Makino		M. incognita

參考文獻

1. 西尾道德，1983，連作障害の發生にツいて。日本土壤肥料學雜誌54(1)：64～73。
2. 蔡東纂、林奕耀，1983，台灣中部荖花及荖葉根瘤線蟲病害之發生。植保會刊，25：281～284。
3. 蔡東纂、林奕耀，1984，台灣農地雜草根瘤線蟲之研究。雜草會刊，5.(2)：59～79。
4. 林奕耀、蔡東耀，1984，台灣地區葡萄園中植物寄生性線蟲相之調查。中國園藝，30(3)：173～179。

5. 林奕耀、蔡東纂，1985，台灣中部地區香蕉根瘤線蟲病之研究。
中國園藝，31(1)：44～49。
6. 蔡東纂、林奕耀，1985，台灣葡萄根瘤線蟲之發生及其傳播。
中國園藝，31(2)：94～104。
7. Christie, J.R. 1959，Plant nematodes, their bionomics and control. Jacksonville, FL: The H & WB Drew Company.
8. Jonkins, W.R. 1960. Control of Nematodes by physical methods. Pp.443-446 in J.N. Sasser and W.R. Jenkins, eds. Nematology. Chapell Hill: North Carolina Press.
9. Johnson, A.W., C.A. Jaworski, D.R. Summer, and R.B. Chalfant. 1979. Effects of film mulch, trickle irrigation, and soil pesticides on nematodes and yield of pole-bean. Plant Disease Reporter 63:360-364.
10. Johnson, A.W. 1985. Specific crop rotation effects combines with cultural practices and nematicides. Pp.283-301 in J.N. Sasser and C.C. Carter, eds. An advanced treatise on Meloidogyne, Vol. 1. Biology and Control. Raleigh: North Carolina state University Graphics.
11. Katan, J. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. Annual Review of phytopathology 19:211-236.
12. Mai, W.F., E.J. Cairns, L.R. Kursberg, B.F. Lounsberry. C.W. McBeth, D. J. Ras-Ki, J.N. Sasser, and I.J. Thomason. 1969. Control of plant—parasitic nematodes. Washington, D.C.: National Academy of Science.
13. Peters, B.G. 1959. Principles of chemical control with special reference to soil fumigation. Pp.135-140 in J.F. Southey, ed. Plant Nematology Bulletin No.7, Ministry of Agriculture Fisheries and Food. London.
14. Stapeleton. J.J. and J.E. De Vay. 1983. Response of phytoparasitic and free—living nematodes to soil solarization and 1, 3—dichloropropene in California. Phytopathology 73:1429-1435.
15. Thorne, G. 1961. Principles of Nematology. New York: *McGraw*-Hill.